

Evaluación de Diferentes Especies de *Eucalyptus* Mediante Parámetros Morfológicos,
Fenológicos y Germinativos en la Región de García Rovira.

Wuilmer Andrés Cárdenas Chaparro y Duban Yair Infante Mojica

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director
Rubén Carvajal Caballero
Ing. Agrónomo

Universidad Industrial de Santander
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia
Programa de Ingeniería Forestal
Bucaramanga
2021

Dedicatoria

Quiero dedicar este logro primeramente a *Dios* y a la *Virgen* por darme la vida, por haberme guiado y dado la salud, sabiduría y fortaleza para así culminar con éxito este proyecto de grado.

A mis padres *Blanca Chaparro* y *Marcos Cárdenas* por el apoyo incondicional en cada momento, la motivación, el esfuerzo y la confianza; por forjarme como una persona íntegra llena de valores y por siempre creer en mí hasta cumplir esta meta. A mis hermanos *Omar Gerardo* y *Claudia Ximena* por sus consejos, apoyo y acompañamiento que me impulsaban día a día a seguir adelante y nunca decaer. En memoria de mi tía *Viterbina Chaparro* por su amor, cariño e ilusión por verme siempre triunfar y que nunca me faltara nada, gracias por acompañarme hasta donde Dios te lo permitió.

A mis amigos de la vida *Mónica Meléndez*, *Edward Vera* y a mi primo *Eduard Cárdenas* por brindarme la mano cuando más lo necesite, por siempre estar conmigo en las buenas y en las malas y por el apoyo y cariño que me han brindado cada día. A la persona que estuvo a mi lado quien llego en un momento importante para brindarme su apoyo, fortaleza y compañía en la culminación de este proyecto y a toda mi familia, amigos y compañeros de estudio quienes con su aporte y entrega me ayudaron durante mi formación profesional y hacer posible este logro.

Mil gracias a todos.

“Con cariño, Wuilmer Andrés”

Agradecimientos

En primera instancia agradecemos a la Universidad Industrial de Santander Sede Málaga, por abrirnos las puertas de esta gran institución, permitirnos ser parte de ella y crecer académicamente. A su personal directivo y administrativo, quienes acompañaron nuestra formación.

Al Ing. Rubén Carvajal por su dirección, acompañamiento y entrega en la ejecución del proyecto. A los compañeros Diego Cáceres, Rene Ortiz, Eduard Cárdenas, Juan Arciniegas, Eddy Herrera y Daniela Angarita por su indispensable colaboración, esfuerzo y apoyo incondicional cuando más lo necesitamos. Al Ingeniero Rafael Flórez por su disposición y orientación en la elaboración del proyecto.

A cada uno de los ingenieros que fueron partícipes de nuestra formación profesional en especial a aquellos que sembraron nuestro afecto y respeto por la Ingeniería Forestal, a cada uno de nuestros compañeros de estudio, amigos y familiares y a cada una de las personas que hicieron posible de alguna u otra manera la realización de este trabajo de grado.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1 Objetivos	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2 Marco Referencial.....	15
2.1 Marco Teórico.....	15
2.2 Marco Histórico	17
2.3 Marco Conceptual.....	18
2.4 Marco Jurídico	19
3 Metodología.....	21
3.1 Delimitación espacial.....	21
3.2 Reconocimiento e identificación.....	22
3.3 Descripción de las características morfológicas de los individuos en campo	22
3.4 Tabulación de la información recolectada en campo con la ayuda de la herramienta EUCLID	
<i>Eucalypts</i> of Australia.....	23
3.5 Identificación y corroboración de las especies de <i>Eucalyptus</i>	23
3.6 Georreferenciación de individuos.....	23
3.7 Recolección de semillas	23
3.8 Germinación.....	24
3.8.1 Bandejas germinadoras.	24
3.8.2 Sustrato.	24
3.8.3 Desinfección de bandejas germinadoras y sustrato.	24
3.8.4 Siembra de semilla.....	24
3.8.5 Cálculo de variables de estudio germinativo	24
3.9 Toma de datos de los individuos germinados	25
3.9.1 Altura de la planta.	25
3.9.2 Número de hojas.	25

3.9.3 Diámetro de las plántulas.....	25
3.9.4 Número de brotes laterales (ramas).	25
3.9.5 Descripción morfológica a nivel plántula	26
3.10 Trasplante de las plántulas germinadas.....	26
3.11 Base de datos.....	26
3.12 Análisis estadístico.....	26
4 Resultados.....	27
4.1 Identificación de las especies.....	27
4.2 Morfología de los individuos forestales en campo	28
4.2.1 Descriptor hojas.	28
4.2.2 Descriptor inflorescencia.	29
4.2.3 Descriptor fruto.....	30
4.3 Georreferenciación de los individuos en campo.....	31
4.4 Germinación de las semillas de los individuos en campo.....	32
4.5 Datos fenotípicos de las especies germinadas	33
5 Discusión.....	34
6 Conclusiones	35
7 Recomendaciones	36
Referencias bibliográficas.....	37
Apéndices.....	39

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Descriptores Morfológicos.	22
Tabla 2. Cálculos de Germinación.....	25
Tabla 3. Especies de <i>Eucalyptus</i> identificadas en la Región de García Rovira.....	27
Tabla 4. Descriptor hojas.	28
Tabla 5. Descriptor inflorescencia.	29
Tabla 6. Descriptor fruto.....	30
Tabla 7. Georreferenciación de los individuos en campo.....	31
Tabla 8. Germinación de las semillas de los individuos en campo.	32
Tabla 9. Datos fenotípicos de las especies germinadas.	33

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Región de García Rovira con la georreferenciación de las especies.	21

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice 1. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	39
Apéndice 2. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	39
Apéndice 3. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	40
Apéndice 4. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	40
Apéndice 5. <i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	41
Apéndice 6. <i>Eucalyptus</i> cf <i>fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	41
Apéndice 7. <i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	42
Apéndice 8. <i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	42
Apéndice 9. <i>Eucalyptus</i> cf <i>polyanthemus</i> subsp. <i>polyanthemus</i>	43
Apéndice 10. <i>Eucalyptus</i> cf <i>robusta</i>	43
Apéndice 11. <i>Eucalyptus</i> cf <i>saligna</i>	44
Apéndice 12. <i>Eucalyptus</i> sp. de disco plano.....	44
Apéndice 13. <i>Eucalyptus</i> cf <i>viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	45
Apéndice 14. Observación de hojas en campo.	45
Apéndice 15. Registro de individuos en campo.....	46
Apéndice 16. Observación de flores en campo.....	46
Apéndice 17. Pesaje de semillas.	47
Apéndice 18. Germinación de semillas.	47
Apéndice 19. Medición de plántulas.....	48
Apéndice 20. Tercera semana de germinación.	48
Apéndice 21. Trasplante de plántulas.	49
Apéndice 22. Recolección de muestras botánicas.	49
Apéndice 23. Organización de muestras botánicas.....	50
Apéndice 24. Medición de muestras de flor.	50
Apéndice 25. Medición de muestras botánicas.....	51
Apéndice 26. Empacado de muestras botánicas.	51
Apéndice 27. Registro fotográfico en campo del equipo de trabajo.....	52

Apéndice 28. Extracción de muestras botánicas..... 52

RESUMEN

TITULO: Evaluación de Diferentes Especies de *Eucalyptus* Mediante Parámetros Morfológicos, Fenológicos y Germinativos en la Región de García Rovira¹.

AUTORES: Wuilmer Andrés Cárdenas Chaparro.
Duban Yair Infante Mojica².

PALABRAS CLAVE: Georreferenciación, Fenotipo, Morfología, Germinación.

DESCRIPCIÓN:

En la región de García Rovira, no se habían realizado identificaciones destinadas al mejoramiento genético de las especies presentes en la zona del género *Eucalyptus*, debido a esto la presente investigación se dio a la tarea de recorrer los diferentes municipios de la región, con la finalidad de encontrar y georreferenciar los individuos con mejores expresiones fenotípicas, identificándolos por medio de claves taxonómicas introducidas en el programa EUCLID *Eucalypts* of Australia, conformando así una base de datos con todas las especies y sus mejores individuos, generando así la posibilidad de mejorar genéticamente la especie por medio del cruce de las especies en laboratorio o en campo, con la finalidad de aumentar la producción de los recursos forestales que se pueden llegar a producir, para fomentar la actividad forestal en la región. Por medio de la presente investigación, se logró determinar que la especie *Eucalyptus* cf *saligna*, fue la de mayor desarrollo en la etapa de crecimiento, pero la especie de mayor porcentaje de germinación fue el *Eucalyptus* sp. de disco plano, generando la posibilidad en futuras investigaciones de unir estas dos especies genéticamente y generar individuos con buena germinación pero rápido crecimiento y desarrollo en campo, siendo un claro ejemplo de las amplias posibilidades genéticas que se pueden dar por medio de la identificación y georreferenciación de los individuos de las especies de un género.

¹ Trabajo de Grado

² Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: CARVAJAL CABALLERO, Rubén. Ing. Agrónomo.

ABSTRACT

TITLE: Evaluation of Different *Eucalyptus* Species by Morphological, Phenological and Germinative Parameters in the García Rovira Region³.

AUTHORS: Wuilmer Andrés Cárdenas Chaparro.
Duban Yair Infante Mojica⁴.

KEYWORDS: Georeferencing, Phenotype, Morphology, Germination.

DESCRIPTION:

In the García Rovira region, no identifications had been made aimed at the genetic improvement of the species present in the area of the genus *Eucalyptus*, due to this the present investigation was given the task of touring the different municipalities of the region, with the purpose of finding and georeferencing the individuals with the best phenotypic expressions, identifying them by means of taxonomic keys introduced in the EUCLID *Eucalyptus* of Australia program, thus forming a database with all the species and their best individuals, thus generating the possibility of genetically improving the species through the crossing of species in the laboratory or in the field, in order to increase the production of forest resources that can be produced, to promote forestry in the region. Through the present investigation, it was possible to determine that the *Eucalyptus* cf *saligna* species was the one with the highest development in the growth stage, but the species with the highest germination percentage was *Eucalyptus* sp. flat disc, generating the possibility in future research to unite these two species genetically and generate individuals with good germination but rapid growth and development in the field, being a clear example of the wide genetic possibilities that can be given through identification and georeferencing of the individuals of the species of a genus.

³ Bachelor Thesis.

⁴ Instituto de proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: CARVAJAL CABALLERO, Rubén. Ing. Agrónomo.

Introducción

Fahrig (2003) postula la problemática mundial que afrontan los bosques, debido a la fragmentación del hábitat, alterando significativamente las especies de flora y fauna, sobre todo las de alto valor comercial, llegando a perder la diversidad de las especies e inclusive su extinción en zonas geográficas. La principal problemática que se presenta cuando no se conservan especies en una determinada zona, es el proceso de adaptación de la misma en la zona, por ende, conservar los individuos desarrollados de manera ideal fenotípicamente es la mejor forma de evitar cualquier proceso de adaptación con especies o semillas de otras zonas, además de la interacción ecosistémica que ya tiene dichas especies (Daquinta, 2000).

Para Murillo et al. (2001) la conservación de la genética en las especies forestales es crucial para el sostenimiento de los ecosistemas naturales a nivel mundial, por ende, proteger y salvaguardar todas las especies de una familia o un género, podría representar la conservación de todo un ecosistema o en gran parte de la funcionalidad ecosistémica del mismo, debido a la interacción entre las especies de fauna y flora.

Algunas especies forestales del género *Eucalyptus* permiten la protección de los suelos ante la degradación de los mismos y la conservación de nichos ecológicos, siempre y cuando sean individuos adaptados a la zona, con expresiones fenotípicas ideales, bien sean árboles rectos, de gran altura con diámetros considerables, además de otros factores que por excelencia las representan como excelentes individuos de la especie (Kellison, 2002).

En la presente investigación se evaluaron las especies de *Eucalyptus* presentes en la región de García Rovira, por medio de la identificación de individuos con base en las expresiones morfológicas, además de la evaluación de la germinación, el crecimiento y el desarrollo en la

primera fase morfológica del desarrollo de las plántulas, con la finalidad de generar información que permita un mejoramiento genético en pro de la conservación de las especies.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Evaluar parámetros morfológicos, fenológicos y germinativos en diferentes especies de *Eucalyptus*, tanto a nivel de plántula como en estado adulto en la Región de García Rovira.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar mediante parámetros morfológicos la diversidad de especies de *Eucalyptus* en la Región de García Rovira.

Evaluar el proceso germinativo de cada uno de los individuos de las diferentes especies de *Eucalyptus*.

Describir parámetros morfológicos y fenológicos a nivel de plántula de diferentes especies de *Eucalyptus*.

2 Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

Nicolle (2015) afirma que en el territorio colombiano se han aprovechado indiscriminadamente los recursos forestales, tanto así que la diversidad de algunas familias o géneros se han venido disminuyendo en el número de individuos por zona, inclusive algunos llegando a su extinción, debido a esto se deben de plantear metodologías y prácticas que promuevan la protección de los mejores individuos, tanto así, que de ellos se pueda obtener material genético por medio de semillas para su conservación en tiempo futuros.

Un claro riesgo que presentan los bosques naturales y sus especies en América Latina, es la deforestación de sus territorios, puesto que el crecimiento en la tasa de deforestación es alarmante, tanto así que para en el año 2010 ya se tenían más de diez millones de hectáreas deforestadas en solo siete años; todo esto producto de la actividad agronómica por la conversión de áreas boscosas a pastizales y cultivos agrícolas, Colombia está presente en la primeras posiciones con mayores deforestaciones de América Latina, por ende salvaguarda toda la genética presente en el territorio colombiano es la mejor forma de prevenir su futura extinción (Rozo, 2020).

En los últimos años ha aumentado considerablemente la preocupación por la conservación genética de las especies, debido a la alta extinción zonal de muchas especies en múltiples lugares del mundo, tanto así que algunos países se han dado a la tarea de importar material genético para recuperar las especies extintas en sus territorios, producto del aprovechamiento excesivo e indiscriminado que han sufrido los bosques naturales, por ende, se plantea que poder contar con

un alta variabilidad genética es fundamental para la conservación ideal de los géneros y sus familias taxonómicas (Murillo, 2021).

Según Barriga (2001) la rama de la biología encargada de la conservación de especies, postula grandes razones para la protección de todas las especies forestales, debido a las tareas que las mismas realizan en diferentes hábitats y ecosistemas, además de que la diversidad biológica se basa en la variabilidad de especies presentes en un determinado lugar y se afirma que a mayor especies mayores interacciones y riquezas se pueden encontrar en los ecosistemas naturales, ya que la mayoría de especies pueden desarrollarse de una manera u otra en diferentes lugares, presentando rasgos diferentes de adaptabilidad, y es allí, en donde la variabilidad en conjunto con la disponibilidad genética, juegan un papel fundamental en los ecosistemas naturales y sus funciones (Scanavaca y Garcia, 2021).

Para Vallejos et al. (2010), los árboles se pueden determinar por medio de evaluaciones fenotípicas, ya que todos los individuos forestales presentan desarrollos diferentes según el ambiente en el que estén presentes, desarrollando así grandes alturas, fustes rectos y múltiples características que los posicionan como los mejores individuos de una determinada área o masa boscosa, adicionalmente dichos individuos son identificados como los árboles fenotípicamente buenos, para su conservación y reproducción en vivero, con la finalidad de repoblar los bosques presentes en la región con su semilla y poder aprovecharlos sin temor a su extinción zonal.

Todos los programas de mejoramiento genético y conservación de especies deben comenzar por la selección e identificación de los mejores individuos forestales, basándose en las expresiones fenotípicas de cada individuo principalmente, ya que dos individuos iguales de la misma especie con las mejores características genéticas, pueden tener un desarrollo diferente si se ponen a competir en diferentes zonas, hábitats o ecosistemas, debido a esto la conservación de especies se

debe de realizar con especies del mismo lugar en lo posible, puesto que son especies que no solo están adaptadas a la zona, sino que se les puede determinar su expresión fenotípica (Farroñan, 2019).

2.2 Marco Histórico

En el mundo se han realizado múltiples investigaciones en especies forestales, las cuales han tenido como base el análisis de las expresiones fenotípicas de las mismas, con la finalidad de trabajar con los mejores individuos en cada zona forestal o ecosistema, como la realizada en Chile por medio de la evaluación de múltiples especies forestales (Ipinza, 1998), llegando a determinar que las especies forestales presentan grandes cambios según el ambiente en el que se encuentren o desarrollen, debido a esto múltiples empresas del sector forestal han financiado el seguimiento de dicha investigación hasta la actualidad (Carmona, 2012)

En Colombia se han realizado estudios morfológicos sobre árboles como el realizado por Pérez (2015), en el cual se destaca la importancia de la valoración y conservación genética de los individuos forestales, llegando a determinar que una de las maneras más rentables y con mejores resultados, a la hora de escoger árboles ideales es la evaluación fenotípica de los árboles de la zona en la que se quieran reproducir o estudiar.

Por medio de buscadores y metabuscadores, además de múltiples investigaciones en los diferentes municipios de la Región de García Rovira, no se lograron encontrar registro de investigaciones sobre árboles, a partir de su morfología en todas las especies de *Eucalyptus* presentes en dicha región.

2.3 Marco Conceptual

Bráctea: Hoja que nace del pedúnculo de las flores de ciertas plantas, y suele diferir de la hoja verdadera por la forma, la consistencia y el color.

Biodiversidad: Biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Cotiledón: Se denomina cotiledón a la primera hoja que surge en el embrión de una planta fanerógama.

Deforestación: Extinción de las plantas forestales de un área determinada.

Ecosistema: Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven.

Embrión: Es un término que deriva del vocablo latino embrión. Germen o rudimento de un ser vivo, originado tras las primeras divisiones de la ovocélula fecundada, a partir del cual se originará una plántula. Es una planta en miniatura en estado de vida latente o letargo.

Endocarpio: Capa interna de las tres que forman el pericarpio de los frutos, que puede ser consistencia leñosa, como el hueso del melocotón.

Especie: El concepto biológico define una especie como los miembros de poblaciones que se reproducen o pueden reproducirse entre sí en la naturaleza y no de acuerdo a una apariencia similar. Aunque la apariencia es útil para la identificación de especies, no define una especie.

Fenotipo: Es la característica visible de un árbol, el fenotipo es determinado por la interacción del genotipo con el ambiente en que éste crece.

Hábitat: Es el ambiente en el que habita una población o especie. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia, un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

Latencia: Es el estado que impide la germinación de las semillas, en condiciones ideales se suelo, agua y luz.

Reforestación: La reforestación es una operación en el ámbito de la silvicultura destinada a repoblar zonas que en el pasado histórico reciente estaban cubiertas de bosques que han sido eliminados por diversos motivos

Regeneración natural: Es la recuperación de un bosque, después de sufrir una alteración, en ausencia de la intervención humana. Esta acción resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema, la complejidad y estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat, entre otros.

2.4 Marco Jurídico

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 870 (25, mayo, 2017). Por el cual se establece el Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación. (Congreso de Colombia, 2017).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1449 (27, junio, 1977). Por el cual se reglamentan parcialmente el [Inciso 1 del Numeral 5 del Artículo 56 de la Ley 135 de 1961] y el [Decreto Ley No. 2811 de 1974] Áreas Forestales Protectoras. (Congreso de Colombia, 1977).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 173 (19, diciembre, 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 1973).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 900 (01, abril, 1997). Por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación. (Congreso de Colombia, 1997).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1996 (15, octubre, 1999). Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil. (Congreso de Colombia, 1999).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 2372 (01, julio, 2010). Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 2010).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 29 (27, febrero, 1990). Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias (Congreso de Colombia, 1990).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99 (22, diciembre, 1993). “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones” (Congreso de Colombia, 1993).

3 Metodología

3.1 Delimitación espacial

La realización de la presente investigación tuvo lugar en la región de García Rovira del departamento de Santander; con grandes variaciones climáticas por los múltiples pisos térmicos, además de la presencia de masas boscosas, con diferentes estados de conservación e interacciones ecológicas ideales para la conservación y protección genética de los individuos forestales.

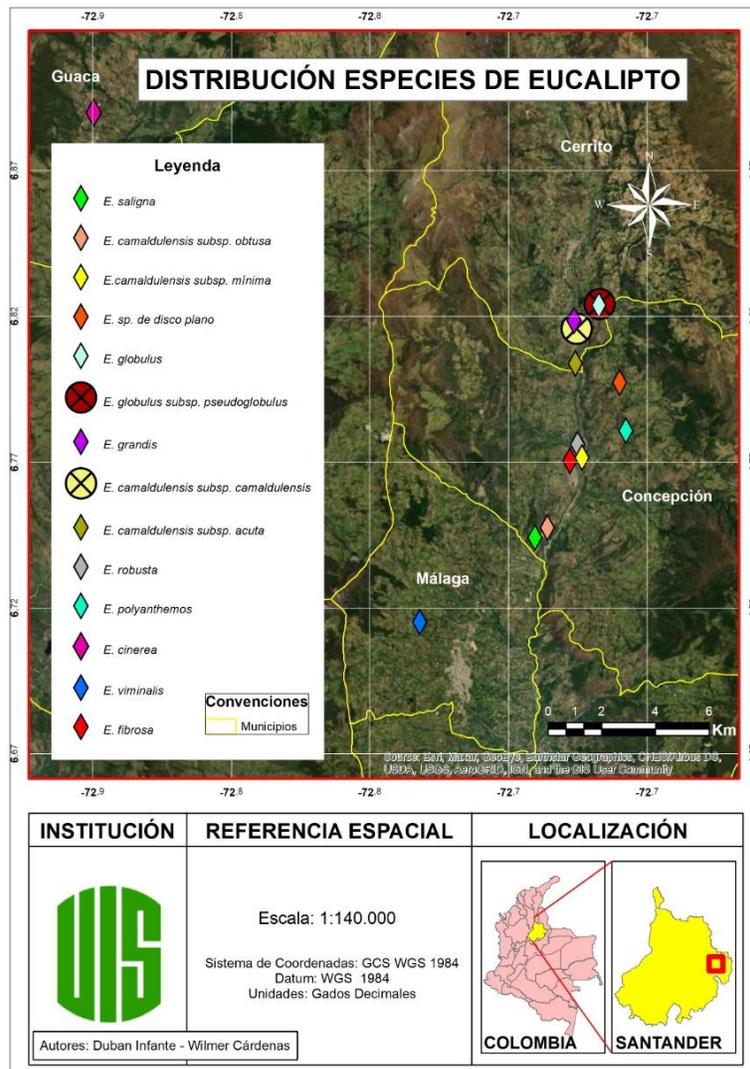


Figura 1. Región de García Rovira con la georreferenciación de las especies.

3.2 Reconocimiento e identificación

A todos los individuos encontrados en campo se les realizó su respectiva identificación taxonómica, siendo primordial llegar hasta la especie de la misma; utilizando las claves taxonómicas EUCLID *Eucalypts* of Australia

3.3 Descripción de las características morfológicas de los individuos en campo

Por medio de planillas de campo, la fotografía de los individuos y para determinar dichos individuos con características morfológicas, se midieron características como: las hojas, las inflorescencias, la corteza, los frutos y las semillas. Como se muestra a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1.
Descriptores Morfológicos.

Órgano	Descriptor	Descriptores
Tronco	Corteza	Tipos, texturas, color, persistencia, garabatos, cicatrices
	Hojas	Posición, peciolo, formas, color, ondulación, margen, superficie
Brotos laterales	Inflorescencia	Posición, número de yemas, formas, orientación, pedicelo, textura
	Fruto	Orientación, forma, pared, discos, pedicelo, número y punta de válvulas
	Semilla	Color, forma, topografía, contorno, superficie, lados

3.4 Tabulación de la información recolectada en campo con la ayuda de la herramienta EUCLID *Eucalypts* of Australia

Se implementó el software EUCLID *Eucalypts* of Australia (<https://apps.lucidcentral.org/euclid/text/intro/index.html>), para corroborar la información previa al análisis de la información recolectada en campo, con la finalidad de confirmar y determinar la morfología de los individuos de cada especie de *Eucalyptus*.

3.5 Identificación y corroboración de las especies de *Eucalyptus*

Se corroboró la identificación de los individuos previamente obtenida, por medio del software EUCLID, para ratificar y corregir la clasificación taxonómica.

3.6 Georreferenciación de individuos

Los individuos se georreferenciaron por medio de GPS, con la finalidad de ubicar los mejores individuos geográficamente y sus coordenadas en una base de datos para el futuro seguimiento de los individuos y las especies.

3.7 Recolección de semillas

La recolección de semillas se realizó en los individuos seleccionados como árboles morfológicamente y fenotípicamente excelentes (altura, diámetro, rectitud del fuste, etc),

extrayendo frutos frescos desde las ramas del árbol, evitando utilizar frutos que hayan tenido contacto con el suelo o cualquier ambiente que las pudiese contaminar con hongos o patógenos que degradaran o afectaran su germinación.

3.8 Germinación

3.8.1 Bandejas germinadoras. Las bandejas germinadoras de polipropileno que se utilizaron en la germinación tuvieron capacidad para 20 individuos con una profundidad de cinco centímetros.

3.8.2 Sustrato. Como sustrato se utilizó turba, extraída en los bosques de la zona.

3.8.3 Desinfección de bandejas germinadoras y sustrato. La desinfección se realizó con oxiclورو de cobre, utilizando tres gramos de oxiclورو de cobre por cada litro de agua aplicada en el proceso.

3.8.4 Siembra de semilla. Se colocaron las semillas y se cubrieron con poco sustrato en las bandejas germinadoras.

3.8.5 Cálculo de variables de estudio germinativo. Por medio de las siguientes fórmulas se realizó el cálculo del porcentaje de germinación, la velocidad media de germinación, el tiempo medio de germinación y la frecuencia de germinación (Tabla 2). Siendo: P = número de semillas germinadas; T = tiempo de germinación; n = último día de control; x_1, x_2, x_{10} = semillas germinadas día 1, 2, 10; d_1, d_2, d_n = días incubación; x_i = semillas germinadas por día de control; x_n = número total de semillas germinadas el último día de control.

Tabla 2.
Cálculos de Germinación.

Variable	Fórmula
Porcentaje de germinación (PG)	$PG = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\# \text{ de semillas incubadas}}$
Velocidad media de germinación (VMG)	$VMG = \frac{P_1}{T_1} + \frac{P_2}{T_2} + \dots + \frac{P_n}{T_n}$
Tiempo medio de germinación (TMG)	$TMG = \frac{(x_1 * d_1) + (x_2 * d_2) + \dots + (x_n * d_n)}{x_n}$
Frecuencia de germinación	$Frecuencia = \frac{x_i}{x_n}$

3.9 Toma de datos de los individuos germinados

3.9.1 Altura de la planta. Por medio de la implementación de una regla se midió en centímetros la altura de las plantas, desde el inicio del tallo hasta el final con todo y la parte de copa.

3.9.2 Número de hojas. Las hojas se contaron desde el momento en el que tuvieron presencia en la planta sin importar su tamaño.

3.9.3 Diámetro de las plántulas. El diámetro de las plántulas se tomó a dos centímetros del inicio del tallo, con la ayuda de un calibrador pie de rey.

3.9.4 Número de brotes laterales (ramas). Se contaron las ramas o brotes laterales con presencia de hojas verdaderas.

3.9.5 Descripción morfológica a nivel plántula. Mediante el software EUCLID se describió la clasificación morfológica de las diferentes especies de *Eucalyptus* en crecimiento y desarrollo.

Nota: Todas las medidas se realizaron en las plántulas desde el momento de la germinación en las bandejas germinadoras hasta su posterior trasplante en bolsas para material vegetal.

3.10 Trasplante de las plántulas germinadas

El trasplante de las plántulas tuvo lugar después del primer mes de germinadas las plántulas en las bandejas germinadoras, siendo trasplantadas a bolsas plásticas para material vegetal de diez centímetros de diámetro por veinte centímetros de alto.

3.11 Base de datos

Se realizaron dos bases de datos en Microsoft Excel 2016, registrando todos los datos mencionados anteriormente de los individuos, la primera base datos con la georreferenciación y los datos morfológicos de los árboles seleccionados; la segunda base de datos registro toda la información de la fase de germinación.

3.12 Análisis estadístico

Se realizó comparación de crecimiento y desarrollo entre las especies, por medio de las variables altura, diámetro a la altura del cuello, número de hojas y número de ramas; adicionalmente se para las variables de los individuos en campo, se compararon variables morfológicas.

4 Resultados.

4.1 Identificación de las especies

Se lograron identificar 14 especies (Tabla 3) de *Eucalyptus* en la Región de García Rovira, por medio de la implementación de la aplicación EUCLID *Eucalypts* of Australia, además de las variables morfológicas obtenidas de las hojas, inflorescencias y frutos.

Tabla 3.
Especies de Eucalyptus identificadas en la Región de García Rovira.

Especie	Nombre científico
1	<i>Eucalyptus grandis</i>
2	<i>Eucalyptus</i> sp. de disco plano
3	<i>Eucalyptus</i> cf <i>viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>
4	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>
5	<i>Eucalyptus</i> cf <i>robusta</i>
6	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>
7	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>
8	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>
9	<i>Eucalyptus</i> cf <i>polyanthemos</i> subsp. <i>polyanthemos</i>
10	<i>Eucalyptus</i> cf <i>fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>
11	<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>
12	<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>
13	<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>
14	<i>Eucalyptus</i> cf <i>saligna</i>

4.2 Morfología de los individuos forestales en campo

4.2.1 Descriptor hojas.

Para el descriptor hojas de la morfología de las especies (Tabla 4) se logró identificar que la especie *Eucalyptus globulus* subsp. *pseudoglobulus* presentó el mayor tamaño en las variables pedúnculo (31,60 mm) y en el largo (215,27 mm), para la variable ancho (39,27 mm) la especie *Eucalyptus cf robusta* fue la que presentó el mayor tamaño; adicionalmente la especie *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *mínima* presentó las medidas inferiores en las variables pedúnculo (10,85 mm) y ancho (12,17 mm); pero en la variable largo (41,40 mm) la especie que presentó el menor valor fue la *Eucalyptus cinerea* subsp. *cinerea*.

Tabla 4.
Descriptor hojas.

Especie	HOJA		
	Pedúnculo (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
<i>Eucalyptus grandis</i>	14,67 (±2,2)	140,27 (±12,7)	18,00 (±1,4)
<i>Eucalyptus</i> sp. de disco plano	18,73 (±3,7)	161,93 (±15,2)	17,33 (±1,3)
<i>Eucalyptus cf viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	17,56 (±1,4)	136,87 (±8,1)	13,29 (±1,6)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	10,85 (±0,5)	90,93 (±5,9)	12,17 (±0,8)
<i>Eucalyptus cf robusta</i>	17,20 (±0,8)	119,40 (±11,8)	39,27 (±0,9)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	19,33 (±2,1)	174,20 (±14,3)	14,53 (±1,1)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	19,78 (±2,9)	171,31 (±18,5)	15,20 (±2,7)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	18,13 (±1,3)	169,40 (±19,6)	16,33 (±1,2)
<i>Eucalyptus cf polyanthemos</i> subsp. <i>polyanthemos</i>	21,07 (±1,6)	71,47 (±7,2)	21,07 (±3,5)
<i>Eucalyptus cf fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	25,60 (±3,5)	181,73 (±21,4)	19,13 (±1,8)
<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	No presentó	41,40 (±12,9)	23,80 (±3,1)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	24,67 (±2,3)	170,20 (±16,7)	22,27 (±1,5)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	31,60 (±4,1)	215,27 (±28,3)	17,93 (±0,6)
<i>Eucalyptus cf saligna</i>	21,80 (±0,5)	156,80 (±11,4)	19,60 (±0,4)

4.2.2 Descriptor inflorescencia.

En el descriptor inflorescencia la especie *Eucalyptus cinerea* subsp. *cinerea* presentó los menores valores en el pedúnculo (4,34 mm), en el pedicelo (0,49 mm) y largo (7,31 mm), para hipanto (2,05 mm) la especie *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *obtusa* presentó el menor valor, en la variable hiperculo (1,91 mm) la especie *Eucalyptus cf polyanthemos* subsp. *polyanthemos* presentó el menor valor y para el ancho (2,46 mm) presentó el menor valor la especie *Eucalyptus cf fibrosa* subsp. *fibrosa*; por otra parte, la especie *Eucalyptus cf robusta* presentó los mayores valores en las variables pedicelo (8,68mm), hipanto (7,29 mm), hiperculo (8,72 mm) y largo (24,68 mm); para las variables pedúnculo (24,45 mm) y ancho (6,07 mm) las especies que presentaron mayores valores fueron *Eucalyptus cf saligna* y *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *camaldulensis* respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5.
Descriptor inflorescencia.

Especie	INFLORESCENCIA					
	Pedúnculo (mm)	Pedicelo (mm)	Hipanto (mm)	Hiperculo (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
<i>Eucalyptus grandis</i>	10,98 (±0,3)	5,28 (±0,3)	4,68 (±0,3)	6,04 (±0,3)	15,69 (±0,3)	4,95 (±0,3)
<i>Eucalyptus sp. de disco plano</i>	8,91 (±0,3)	4,69 (±0,3)	3,75 (±0,3)	5,97 (±0,3)	14,42 (±0,3)	4,27 (±0,3)
<i>Eucalyptus cf viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	9,17 (±0,3)	1,85 (±0,3)	3,01 (±0,3)	3,97 (±0,3)	8,83 (±0,3)	3,06 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	8,78 (±0,3)	3,39 (±0,3)	2,92 (±0,3)	7,15 (±0,3)	13,46 (±0,3)	5,20 (±0,3)
<i>Eucalyptus cf robusta</i>	23,80 (±0,3)	8,68 (±0,3)	7,29 (±0,3)	8,72 (±0,3)	24,68 (±0,3)	4,87 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	11,63 (±0,3)	4,73 (±0,3)	3,28 (±0,3)	8,48 (±0,3)	16,49 (±0,3)	4,70 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	8,78 (±0,3)	3,59 (±0,3)	2,05 (±0,3)	4,33 (±0,3)	9,97 (±0,3)	3,94 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	6,65 (±0,3)	4,58 (±0,3)	3,46 (±0,3)	4,58 (±0,3)	12,62 (±0,3)	6,07 (±0,3)
<i>Eucalyptus cf polyanthemos</i> subsp. <i>polyanthemos</i>	6,91 (±0,3)	3,68 (±0,3)	2,96 (±0,3)	1,91 (±0,3)	8,55 (±0,3)	3,07 (±0,3)
<i>Eucalyptus cf fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	10,78 (±0,3)	4,24 (±0,3)	3,56 (±0,3)	5,50 (±0,3)	13,30 (±0,3)	2,46 (±0,3)
<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	4,34 (±0,3)	0,49 (±0,3)	3,65 (±0,3)	3,17 (±0,3)	7,31 (±0,3)	3,82 (±0,3)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	No presentó					
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	No presentó					
<i>Eucalyptus cf saligna</i>	24,45 (±0,3)	5,20 (±0,3)	4,76 (±0,3)	4,50 (±0,3)	14,46 (±0,3)	4,12 (±0,3)

4.2.3 Descriptor fruto.

En el descriptor fruto (Tabla 6) la especie *Eucalyptus globulus* subsp. *globulus* presentó el valor menor en el pedúnculo (2,10 mm) y el valor mayor en el hipanto (17,37 mm), para las variables largo (21,29 mm) y ancho (25,73 mm) la especie *Eucalyptus globulus* subsp. *pseudoglobulus* presentó los valores mayores, la especie *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *obtusa* presento los menores valores en el hipanto (2,31 mm) y largo (5,46 mm), el valor mayor en el pedúnculo (25,96 mm) fue para la especie *Eucalyptus cf saligna*, el menor valor en el ancho (3,98 mm) lo registro la especie *Eucalyptus cf polyanthemom* subsp. *polyanthemom* y para el pedicelo la especie *Eucalyptus cf robusta* presentó el valor mayor (6,53 mm) y el menor (0,56 mm) la especie *Eucalyptus cinerea* subsp. *cinerea*.

Tabla 6.
Descriptor fruto.

Especie	FRUTO				
	Pedunculo (mm)	Pedicelo (mm)	Hipanto (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
<i>Eucalyptus grandis</i>	16,56 (±1,1)	3,45 (±0,2)	6,57 (±0,3)	11,05 (±1,4)	6,23 (±0,1)
<i>Eucalyptus sp.</i> de disco plano	10,60 (±1,3)	5,97 (±0,7)	4,91 (±0,2)	12,49 (±1,2)	6,96 (±0,2)
<i>Eucalyptus cf viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	10,55 (±0,6)	1,34 (±0,1)	6,83 (±0,5)	9,43 (±0,4)	6,70 (±0,1)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	8,42 (±0,2)	3,71 (±0,3)	3,29 (±0,2)	8,85 (±0,1)	6,01 (±0,2)
<i>Eucalyptus cf robusta</i>	23,42 (±3,4)	6,53 (±0,1)	13,27 (±1,4)	19,77 (±1,7)	8,56 (±0,5)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	9,04 (±0,5)	5,05 (±0,2)	4,72 (±0,2)	10,83 (±1,3)	6,53 (±0,2)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	13,18 (±1,7)	3,29 (±1,2)	2,31 (±0,1)	5,46 (±0,1)	4,50 (±0,1)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	8,44 (±0,3)	4,59 (±0,5)	4,87 (±0,3)	10,78 (±1,1)	6,21 (±0,4)
<i>Eucalyptus cf polyanthemom</i> subsp. <i>polyanthemom</i>	6,24 (±0,1)	4,62 (±0,6)	4,40 (±0,8)	9,02 (±0,8)	3,98 (±0,2)
<i>Eucalyptus cf fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	7,93 (±0,2)	3,76 (±0,4)	5,91 (±0,6)	11,01 (±0,4)	6,11 (±0,1)
<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	6,00 (±0,1)	0,56 (±0,3)	6,25 (±0,1)	6,81 (±0,2)	7,08 (±0,6)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	2,10 (±0,1)	No presentó	17,37 (±1,7)	20,13 (±2,7)	22,75 (±2,4)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	12,40 (±1,8)	No presentó	16,67 (±2,5)	21,29 (±2,1)	25,73 (±2,6)
<i>Eucalyptus cf saligna</i>	25,96 (±2,5)	6,49 (±0,8)	8,29 (±0,4)	14,78 (±1,2)	7,23 (±0,4)

4.3 Georreferenciación de los individuos en campo

La georreferenciación de los individuos de las especies identificadas (Tabla 7) se realizó en toda la Región de García Rovira en Santander, con unidades de grados minutos y segundos en el Norte y el Oeste, además del nombre del municipio en el cual se encontrará ubicado.

Tabla 7.
Georreferenciación de los individuos en campo.

Especie	Georreferenciación		
	Norte	Oeste	Municipio
<i>Eucalyptus grandis</i>	06° 49' 05,8"	072° 41' 39,1"	Cerrito
<i>Eucalyptus sp.</i> de disco plano	06° 47' 50,7"	072° 40' 44,2"	Concepción
<i>Eucalyptus cf viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	06° 43' 01,8"	072° 44' 45,0"	Málaga
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	06° 46' 20,0"	072° 41' 29,3"	Concepción
<i>Eucalyptus cf robusta</i>	06° 46' 36,4"	072° 41' 34,7"	Concepción
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	06° 48' 13,7"	072° 41' 37,5"	Cerrito
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	06° 44' 55,7"	072° 42' 11,2"	Concepción
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	06° 48' 55,7"	072° 41' 35,8"	Cerrito
<i>Eucalyptus cf polyanthemos</i> subsp. <i>polyanthemos</i>	06° 46' 52,7"	072° 40' 36,4"	Concepción
<i>Eucalyptus cf fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	06° 46' 16,2"	072° 41' 44,1"	Concepción
<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	06° 53' 16,2"	072° 51' 18,4"	Guaca
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	06° 49' 24,0"	072° 41' 09,1"	Cerrito
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	06° 49' 25,1"	072° 41' 08,1"	Cerrito
<i>Eucalyptus cf saligna</i>	06° 44' 44,1"	072° 42' 26,0"	Concepción

4.4 Germinación de las semillas de los individuos en campo

La especie que presentó un mayor porcentaje de germinación (PG) fue el *Eucalyptus sp.* de disco plano con un 55 %, la especie que presentó la mayor velocidad media de germinación (VMG) fue el *Eucalyptus cf robusta* con 2,77 germinaciones por día, el mayor tiempo medio de germinación (TMG) lo presentó la especie *Eucalyptus cf fibrosa* subsp. *fibrosa* con 38,71 días y la frecuencia de 0,8 siendo la de mayor valor registrada fue presentada por la especie *Eucalyptus cf polyanthemos* subsp. *polyanthemos* (Tabla 8).

Tabla 8.
Germinación de las semillas de los individuos en campo.

Espece	PG (%)	VMG (germinaciones/día)	TMG (días)	Frecuencia
<i>Corymbia citriodora</i>	20,40 (±1,3)	1,10 (±0,5)	16,98 (±1,6)	0,67 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	8,00 (±1,1)	0,45 (±0,7)	21,05 (±4,8)	0,34 (±0,2)
<i>Eucalyptus cf fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	6,20 (±0,2)	0,22 (±0,3)	38,71 (±1,3)	0,22 (±0,2)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	26,00 (±1,8)	1,66 (±1,4)	16,77 (±1,5)	0,72 (±0,3)
<i>Eucalyptus sp.</i> de disco plano	55,00 (±3,5)	2,26 (±1,7)	21,53 (±5,2)	0,66 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	43,20 (±2,1)	2,41 (±0,8)	19,37 (±2,8)	0,71 (±0,3)
<i>Eucalyptus grandis</i>	28,60 (±0,9)	0,96 (±0,2)	29,55 (±8,5)	0,13 (±0,2)
<i>Eucalyptus cf polyanthemos</i> subsp. <i>polyanthemos</i>	5,00 (±0,3)	0,25 (±0,2)	21,37 (±4,6)	0,80 (±0,3)
<i>Eucalyptus cf saligna</i>	22,80 (±1,2)	1,57 (±0,8)	20,31 (±8,4)	0,61 (±0,2)
<i>Eucalyptus cf robusta</i>	45,20 (±2,2)	2,77 (±1,5)	18,70 (±2,4)	0,60 (±0,2)
<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	26,60 (±1,1)	1,70 (±0,8)	17,49 (±3,1)	0,71 (±0,3)
<i>Eucalyptus cf viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	17,60 (±1,0)	1,23 (±0,8)	16,66 (±2,0)	0,75 (±0,3)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	33,60 (±1,0)	1,73 (±0,6)	18,43 (±3,7)	0,62 (±0,2)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	4,00 (±0,2)	0,22 (±0,2)	25,87 (±1,9)	0,54 (±0,2)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	14,60 (±0,5)	1,06 (±0,4)	16,00 (±2,1)	0,71 (±0,3)

4.5 Datos fenotípicos de las especies germinadas

La especie que presentó un mejor desarrollo fenotípico en la primera etapa de crecimiento y desarrollo fue la especie *Eucalyptus cf saligna*, ya que obtuvo los mejores valores de altura (14,67 cm), de diámetro a la altura del cuello (0,965 mm) y de número de hojas (18,1); la especie *Eucalyptus cf fibrosa* subsp. *fibrosa* presentó los menores resultados fenotípicos en las variables altura (4 cm), diámetro a la altura del cuello (0,575 mm), ramas (0) y hojas (8), en comparación con las demás especies (Tabla 9).

Tabla 9.
Datos fenotípicos de las especies germinadas.

Especies	Altura (cm)	CAP (mm)	RAMAS	HOJAS
<i>Eucalyptus grandis</i>	10,97 (±3,3)	0,83 (±0,1)	0,2 (±0,6)	16,2 (±3,8)
<i>Eucalyptus sp.</i> de disco plano	7,45 (±1,8)	0,71 (±0,1)	0	9,4 (±2,2)
<i>Corymbia citriodora</i>	10,26 (±2,0)	0,8 (±0,1)	0	16,7 (±2,6)
<i>Eucalyptus cf viminalis</i> subsp. <i>viminalis</i>	12,46 (±5,3)	0,88 (±0,2)	0	11,6 (±4,2)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>mínima</i>	11,09 (±2,0)	0,82 (±0,1)	0	11,8 (±2,4)
<i>Eucalyptus cf robusta</i>	8,56 (±3,8)	0,745 (±0,1)	0	11 (±2,5)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>acuta</i>	8,34 (±1,7)	0,74 (±0,1)	0	14,8 (±1,7)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>obtusa</i>	12,48 (±3,7)	0,875 (±0,1)	0,4 (±1,3)	16,2 (±4,9)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> subsp. <i>camaldulensis</i>	4,56 (±0,8)	0,595 (±0,1)	0,1 (±0,3)	11 (±1,1)
<i>Eucalyptus cf polyanthemos</i> subsp. <i>polyanthemos</i>	6,27 (±1,1)	0,675 (±0,1)	0	12,4 (±2,5)
<i>Eucalyptus cf fibrosa</i> subsp. <i>fibrosa</i>	4 (±0,2)	0,575 (±0,2)	0	8 (±1,0)
<i>Eucalyptus cinerea</i> subsp. <i>cinerea</i>	4,82 (±0,2)	0,63 (±0,2)	0,1 (±0,3)	10,2 (±1,5)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	12,42 (±3,3)	0,885 (±0,1)	0	9,9 (±2,0)
<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>pseudoglobulus</i>	10,03 (±2,1)	0,815 (±0,1)	0	8,2 (±1,3)
<i>Eucalyptus cf saligna</i>	14,67 (±1,4)	0,965 (±0,1)	0,1 (±0,3)	18,1 (±4,3)

5 Discusión

La presente investigación apoya lo postulado por Nicolle (2015), ya que en la actualidad la presencia de individuos de las especies forestales, ha venido en disminución, puesto que muchas de las especies de *Eucalyptus*, que predominaban en la región, hoy en día se presenta gran dificultad para encontrarlas en las zonas boscosas de la región.

Según Barriga (2001) y Scanavaca & Garcia (2021) los estudios y la conservación de las especies representa mayor riqueza ecológica para los lugares en los que se realicen, puesto que al estudiar las múltiples especies se pueden mejorar procesos y plantaciones forestales con diferentes finalidades como protección y comercialización, debido a esto la presente investigación por medio de los resultados y las recomendaciones, afirma que si se puede llegar a mejorar la economía de la región o los bosques naturales por medio del estudio de las especies al conocer su desarrollo fenotípico y morfológico.

Para Allard (2009) toda investigación de mejoramiento genético debe comenzar por la identificación y ubicación de los individuos de las diferentes especies pertenecientes a un mismo género, ya que, por medio de las características fenotípicas expresadas en campo, se logra plantear la mejor utilidad de la especie en campo, debido a esto la presente investigación se planteó para identificar y georreferenciar los individuos de las diferentes especies de *Eucalyptus* presentes en la región de García Rovira.

En el territorio colombiano se han realizado estudios morfológicos y fenotípicos para diferentes en especies (Pérez, 2015), pero después de una exhaustiva revisión de literatura no se lograron encontrar estudios o investigaciones sobre las especies de *Eucalyptus*, relacionadas con la identificación de las diferentes especies y la georreferenciación de algunos de sus individuos.

6 Conclusiones

La diversidad de las especies a partir de parámetros morfológicos en la región de García Rovira, logro determinar quince especies pertenecientes al género *Eucalyptus*, indicando que, gracias a los múltiples y diferentes pisos térmicos presentes en la región, se pueden ubicar diferentes especies del género *Eucalyptus*, factor fundamental para la preservación y conservación de las especies a nivel regional.

El proceso germinativo de las diferentes especies del género *Eucalyptus*, determinó que la especie *Eucalyptus cf saligna*, fue la de mayor desarrollo en la etapa de crecimiento, pero la especie de mayor porcentaje de germinación fue el *Eucalyptus sp.* de disco plano, adicionalmente la especie *Eucalyptus cf fibrosa* subsp. *fibrosa*, presentó los peores resultados de crecimiento y desarrollo en la primera etapa germinativa.

Las especies del género *Eucalyptus*, presentes en la región de García Rovira, presentaron diferentes parámetros morfológicos y fenológicos, ya que se evidencio como algunas expresiones presentaban mayores o menores valores, factor que indica la variabilidad genética de las especies, pues ratifica que las mismas se desarrollan en tiempos y de maneras desiguales, siendo algunas de gran utilidad para industrias que requieren un rápido crecimiento y desarrollo, como la producción de madera o de biomasa.

Por medio de la presente investigación, se logró establecer una base de datos con las especies del género *Eucalyptus*, presentes en la región de García Rovira, con la finalidad de sentar bases ecológicas para el futuro mejoramiento genético del género.

7 Recomendaciones

Se recomienda a los estudiantes de ingeniería forestal que se realicen más investigaciones de la diversidad de especies que se encuentran en la región de García Rovira para los demás géneros, ya que tener conocimiento de las especies y su respectiva georreferenciación, permite facilitar la conservación y reproducción de la mismas.

Como recomendación se plantea la continuación de la presente investigación, por medio del mejoramiento genético de la especie *Eucalyptus*, bien sea por metodologías de laboratorio o por la cruce de especie, con la finalidad de aumentar el crecimiento y desarrollo del género, además de indicar como las especies mejoradas genéticamente pueden llegar a producir mayores volúmenes de madera o cualquier otro producto que permita a la industria forestal emerger en la región.

A las entidades gubernamentales y las corporaciones ambientales, se les hace un llamado para la inversión en el estudio de las diferentes especies de cualquier género forestal que se localizan en la región y de las investigaciones para el mejoramiento genético de las misma, con la finalidad de aumentar la industria forestal y por ende el mejoramiento ecológico de la región.

Referencias bibliográficas

- Allard, J. y Atalla, N. (2009). *Propagación del sonido en medios porosos: modelado de materiales fonoabsorbentes 2e*. John Wiley e hijos.
- Australian Government Department of Agriculture, Water and Environment. EUCLID *Eucalyptus* of Australia <https://apps.lucidcentral.org/euclid/text/intro/index.html>
- Barriga Sosa, I. D. L. A. (2001). Variabilidad Morfométrica, Merística Y Molecular de Especies del Genero *Chirostoma* (Pisces: Atherinospidae). II. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa.
- Bogotá, D.C, Congreso de Colombia Ley 29 27 de Febrero de 1990, Diario Oficial No. 39.205 (1990).
- Bogotá, D.C, Congreso de Colombia Ley 99 22 de Diciembre de 1993, Diario Oficial No. 41.146 (1993).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 870 25 de mayo de 2017, Diario Oficial No. 50.244 (2017).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1449 27 de junio de 1977, Diario Oficial No. 34.791 (1977).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Ley 1973 19 de diciembre de 1973, Diario Oficial No. 33.994 (1973).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 900 01 de abril de 1997, Diario Oficial No. 34.757 (1997).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 1996 15 de octubre de 1999, Diario Oficial No. 43.744 (1999).
- Bogota, D.C, Congreso de Colombia Decreto 2372 01 de julio de 2010, Diario Oficial No. 47.729 (2010).
- Carmona, R. (2012). *Métodos de Selección de Árboles Plus*.
- Daquinta G. M. L.; Lezcano R.; Escalona M. 2000 “Algunos elementos en la micropropagación de la Teca”. *Biotecnología Vegetal*. 1: 39-44.
- Espitia, M., Murillo, O., & Castillo, C. (2011). Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* Lf) en Córdoba (Colombia). *Colombia forestal*, 14(1), 81-93.

- Fahrig, L. 2003. Effects of hábitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487–515.
- Farroñan Espinoza, I. A. (2019). Evaluación fenotípica en plantaciones de cuatro especies del género *Eucalyptus* para la identificación de árboles plus, en Llaullipata-Cusco.
- Ipinza Carmona, R. (1998). Métodos de selección de árboles plus.
- Kellison, R. C. (2002). Forestry trends in transition. In: *Proceedings of Symposium on Technical, Social and Economical Issues of Eucalyptus*, University of Vigo, Pontevedra, Spain, 6 pp.
- MIRANDA, D. Germinación de semillas de anón (*Annona squamosa* L.) sometidas a estratificación Germination of sugar apple (*Annona squamosa* L.) seeds submitted to stratification.
- Murillo, O., Obando, G., Badilla, Y., & Araya, E. (2001). Estrategia de mejoramiento genético para el Programa de Conservación y Mejoramiento Genético de Especies Forestales del ITCR/Fundecor, Costa Rica Genetic improvement strategy for the Program of Conservation and Genetic Improvement of Forest Species of the ITCR/Fundecor, Costa Rica. *Revista Forestal Latinoamericana (Venezuela)* v. 16 (30) p. 275-285.
- Murillo Quiroz, L. S. (2021). *Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del jardín botánico de la Universidad Técnica de Manabí* (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).
- Nicolle, D. (2015). Classification of the eucalypts (*Angophora*, *Corymbia* and *Eucalyptus*) version 2. 2015-04). <http://www.dn.com.au/Classification-Of-The-Eucalypts.pdf>.
- Pacheco P, Aguilar MS, Börner J, Etter A, Putzel L, Vera MC. (2010). Landscape transformation in tropical Latin America: assessing trends and policy implications for REDD+. (acceso 26 de abril de 2016).
- Ranal, M. A., & Santana, D. G. D. (2006). How and why to measure the germination process?. *Brazilian Journal of Botany*, 29(1), 1-11.
- Rozo López, D. P. (2020). Deforestación en Colombia: "una verdadera guerra contra los mundos relacionales".
- Scanavaca Júnior, L., & Garcia, J. N. (2021). *Eucalyptus* Subgenus *Symphyomyrtus*: Sections: *Exsertaria*, *Latoangulatae* and *Maidenaria*. *Scientia Agricola*, 78.
- Valenzuela Fuenzalida, R. (1993). Pérdida y degradación de suelos en América Latina y el Caribe.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., & Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, 34(1), 105-119.

Apéndices

Apéndice 1. Eucalyptus camaldulensis subsp. acuta.



Apéndice 2. Eucalyptus camaldulensis subsp. camaldulensis.



Apéndice 3. *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *mínima*.



Apéndice 4. *Eucalyptus camaldulensis* subsp. *obtus*.



Apéndice 5. *Eucalyptus cinerea* subsp. *cinerea*.



Apéndice 6. *Eucalyptus* cf *fibrosa* subsp. *fibrosa*.



Apéndice 7. *Eucalyptus globulus* subsp. *pseudoglobulus*.



Apéndice 8. *Eucalyptus globulus* subsp. *globulus*.



Apéndice 9. *Eucalyptus* cf *polyanthemos* subsp. *polyanthemos*.



Apéndice 10. *Eucalyptus* cf *robusta*.



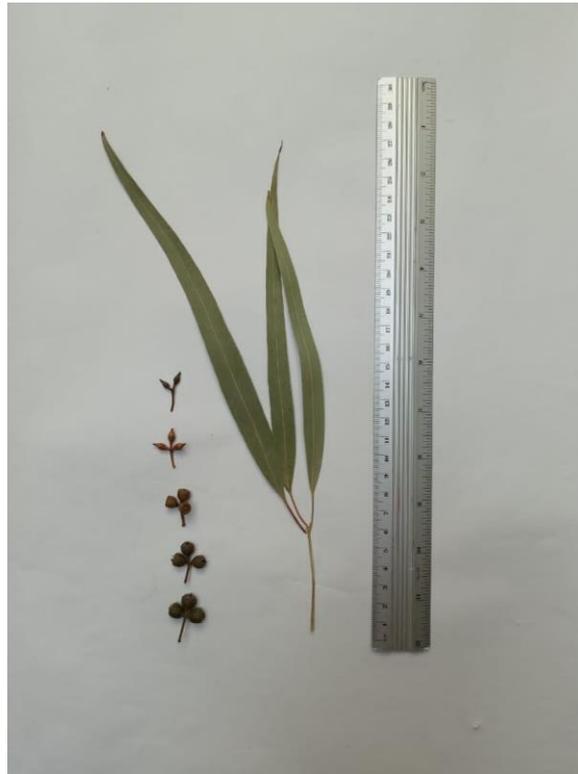
Apéndice 11. *Eucalyptus cf saligna*.



Apéndice 12. *Eucalyptus sp.* de disco plano.



Apéndice 13. *Eucalyptus cf viminalis* subsp. *viminalis*.



Apéndice 14. Observación de hojas en campo.



Apéndice 15. Registro de individuos en campo.



Apéndice 16. Observación de flores en campo.



Apéndice 17. Pesaje de semillas.



Apéndice 18. Germinación de semillas.



Apéndice 19. Medición de plántulas.



Apéndice 20. Tercera semana de germinación.



Apéndice 21. Trasplante de plántulas.



Apéndice 22. Recolección de muestras botánicas.



Apéndice 23. Organización de muestras botánicas.



Apéndice 24. Medición de muestras de flor.



Apéndice 25. Medición de muestras botánicas.



Apéndice 26. Empacado de muestras botánicas.



Apéndice 27. Registro fotográfico en campo del equipo de trabajo.



Apéndice 28. Extracción de muestras botánicas.

